PART2　初期の生物の進化

目標
- 初期の生物の特徴を理解する。
- 初期の生物が出現した順番を把握する。

Chapter1　初期の生物

◆ 初期の生物の変遷

46 億年前　…　地球の誕生
　　↓　（　　　　　　）
40 億年前　…　生命の誕生
　　↓
27 億年前　…　シアノバクテリアの出現
　　↓　　　　　好気性細菌の繁栄
20 億年前　…　真核生物の出現
　　↓
10 億年前　…　多細胞生物の出現

	先カンブリア時代							古生代						中生代							新生代			
（億年前）	46	40	27		20	10	6.5	5.4	4.9					2.5							0.66			
できごと	地球の誕生	生命の誕生	シアノバクテリア出現	好気性細菌の繁栄	真核生物の出現	多細胞生物の出現	エディアカラ生物群	カンブリア紀の大爆発	オゾン層の形成	魚類の出現	両生類の出現	裸子植物の出現	爬虫類の出現	爬虫類の繁栄	哺乳類の出現	恐竜類など大型爬虫類の繁栄	裸子植物の繁栄	鳥類の出現	被子植物の出現	大型爬虫類の絶滅	鳥類や哺乳類の繁栄	被子植物の繁栄	人類の出現	ヒトの出現

◆ 初期の生物の特徴

・最初に出現した生物の可能性

化学進化で蓄積した有機物を取り込んで利用する（　　　　　　）生物：嫌気性細菌

化学エネルギーを利用して有機物を合成する（　　　　　　）生物：化学合成細菌

光エネルギーを利用して有機物を合成する（　　　　　　）生物：光合成細菌

Chapter2　生物の代謝の変遷

◆ 光合成の進化

・約 27 億年前に出現した（　　　　　　　　　）の光合成によって，地球の酸素濃度が上昇し，その後の生物の進化に大きな影響を与えた。

光合成細菌による光合成

…硫化水素（H_2S）を用いた光合成で，酸素を発生しない。例 緑色硫黄細菌

$$6CO_2 + 12H_2S \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$$

シアノバクテリアによる光合成

…水を用いた光合成で，酸素を発生する。

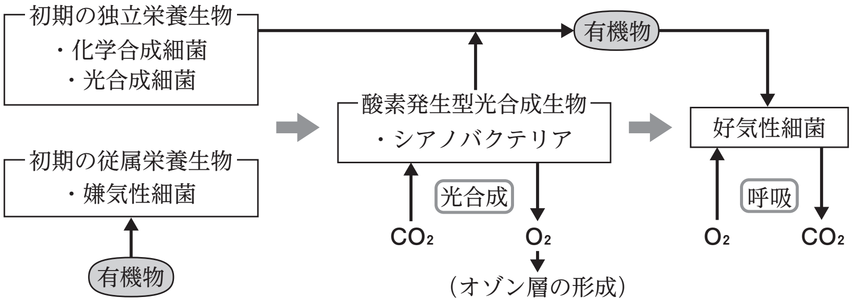
$$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

酸素の発生によって，海水中の鉄イオンが沈殿し，酸化鉄の層（縞状鉄鉱層）が形成された。

シアノバクテリアの堆積物は（　　　　　　　　　）とよばれ，現在でもオーストラリアで観察される。

◆ 好気性細菌の繁栄

シアノバクテリアの光合成によって酸素濃度が上昇することで，酸素を利用して有機物を分解する好気性細菌が出現した。

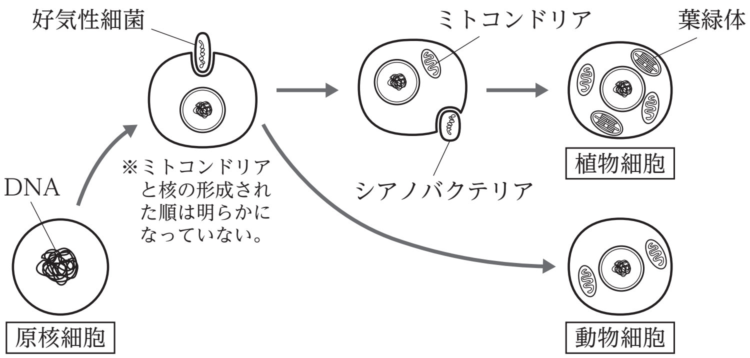


Chapter3　真核生物と多細胞生物の出現

◆ 真核生物の出現

・およそ 20 億年前に，真核生物が出現したと考えられる。真核生物がもつミトコンドリアや葉緑体は，宿主となる細胞に別の原核細胞が共生する，（　　　　　　　　）が起こったことで獲得されたと考えられている。

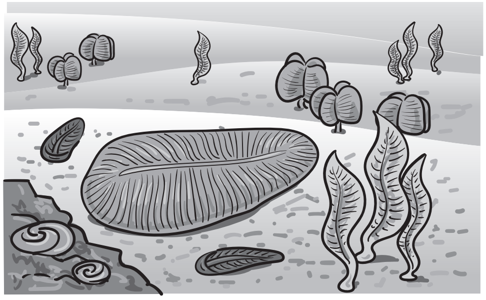
好気性細菌の共生　→　ミトコンドリア
シアノバクテリアの共生　→　葉緑体



・細胞内共生の根拠
　内部に独自の DNA をもつ。
　細胞内で**分裂**によって増殖する。

◆ 多細胞生物の出現

・およそ 10 億年前に，多細胞生物が出現したと考えられる。初期の多細胞生物の化石として，オーストラリアで発見された（　　　　　　　　　　）が知られている。



・地球の誕生から 5.4 億年までの時代は先カンブリア時代という。その後，外骨格をもった多細胞生物が出現し，多くの化石が残るようになる古生代という時代に入る。

まとめ

・生物の出現初期には，嫌気性細菌や化学合成細菌などが出現した。
・シアノバクテリアの光合成によって酸素濃度が上昇した。
・細胞内共生により真核生物が出現した。

Chapter4　演習問題

　最初に誕生した生命は，原始海洋中に存在する有機物からエネルギーを得る（　ア　）の原核生物であったと考えられてきた。しかし近年，100 ℃にも及ぶ高温でも増殖でき，細胞内で無機物から有機物を合成する能力をもつ化学合成生物が発見され，これを始原生物のモデルとして考える推論もある。また，光合成細菌のような（　イ　）生物もこの時期に出現したと考えられる。やがて約 30 億年前になると，水素または硫化水素の代わりに地球上に豊富に存在する水を利用し，二酸化炭素と水を用いて炭酸同化を行う（　ウ　）生物である（　エ　）が出現した。（　エ　）が浅い海の表面で大量に増殖することにより形成された（　オ　）が化石として残っている。

　また，大規模な（　カ　）が形成されたのも同じ時期で，酸素は海水中の金属と反応して，その金属の酸化物を大量に堆積させた。

　大気中の酸素の増加は，呼吸により効率よくエネルギーを獲得する好気性細菌の繁栄を可能にし，その後の(1)真核生物の出現を促した。

問 1　文章中の（　ア　）～（　ウ　）に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	（　ア　）	（　イ　）	（　ウ　）
①	嫌気性従属栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
②	好気性従属栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
③	嫌気性従属栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成
④	好気性従属栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成
⑤	嫌気性独立栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
⑥	好気性独立栄養	非酸素発生型光合成	酸素発生型光合成
⑦	嫌気性独立栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成
⑧	好気性独立栄養	酸素発生型光合成	非酸素発生型光合成

問２　文章中の（　エ　）～（　カ　）に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	（　エ　）	（　オ　）	（　カ　）
①	シアノバクテリア	縞状鉄鉱層	ストロマトライト
②	シアノバクテリア	縞状鉄鉱層	エディアカラ生物群
③	シアノバクテリア	ストロマトライト	縞状鉄鉱層
④	シアノバクテリア	ストロマトライト	エディアカラ生物群
⑤	緑色硫黄細菌	縞状鉄鉱層	ストロマトライト
⑥	緑色硫黄細菌	縞状鉄鉱層	エディアカラ生物群
⑦	緑色硫黄細菌	ストロマトライト	縞状鉄鉱層
⑧	緑色硫黄細菌	ストロマトライト	エディアカラ生物群

問３　下線部(1)の真核生物の細胞には，ミトコンドリアや葉緑体などの細胞小器官が存在する。次の(X)と(Y)の解答の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。

(X)　ミトコンドリアと葉緑体はどちらが先に獲得されたと考えられるか。

(Y)　ミトコンドリアは，どのような生物が，宿主となる細胞に細胞内共生することによって出現したと考えられるか。

	(X)	(Y)
①	ミトコンドリア	シアノバクテリア
②	ミトコンドリア	好気性細菌
③	葉緑体	シアノバクテリア
④	葉緑体	好気性細菌

第1講　PART2　確認問題

問１　約（　ア　）億年前，(a)最初の生物が誕生したと考えられている。その後，(b)ある生物の出現により，地球上の酸素濃度が上昇し，酸素を利用して有機物を分解する（　イ　）が出現した。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　20　　②　27
③　40　　④　46

(2)　下線部(a)について，最初に出現した生物のうちの１つとして考えられている，化学進化で蓄積した有機物を取り込んで利用する生物を何というか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　従属栄養生物　　②　独立栄養生物
③　単細胞生物　　④　多細胞生物

(3)　下線部(b)について，光合成を行い，その後の生物の進化に大きな影響を与えた生物として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　アゾトバクター　　②　シアノバクテリア
③　クロストリジウム　　④　緑色硫黄細菌

(4)　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　化学合成細菌　　②　光合成細菌
③　好気性細菌　　④　嫌気性細菌

問 2　約（　ア　）億年前に，細胞内共生により真核生物が出現したと考えられる。真核生物がもつミトコンドリアは好気性細菌が，葉緑体は（　イ　）が共生して獲得されたと考えられている。

　また，約 10 億年前に，多細胞生物が出現したと考えられており，初期の多細胞生物の化石として，オーストラリアで発見された（　ウ　）が知られている。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　20　　②　27
③　40　　④　46

(2)　文中の（　イ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　緑色硫黄細菌　　②　化学合成細菌
③　嫌気性細菌　　④　シアノバクテリア

(3)　文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　バージェス動物群　　②　チェンジャン動物群
③　エディアカラ生物群　　④　ストロマトライト

(4)　地球の誕生から 5.4 億年前までの地質時代を何というか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　先カンブリア時代　　②　カンブリア時代
③　古生代　　④　中生代

第 1 講　生命の起源と進化

PART1　生命の誕生

問 1　化学進化

問 2　②，③，①

問 3　③

PART2　初期の生命の進化

問 1　①

問 2　③

問 3　②

PART3　生物の変遷

問 1　古生代：⑤　　中生代：③　　新生代：②

問 2　⑥，⑦

問 3　③

第 1 講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）　③

解説：
46 億年前に地球が誕生し，化学進化を経て 40 億年前に最初の生物が誕生したと考えられている。

（2）　①

解説：
有機物を取り込んで利用する生物を従属栄養生物，化学エネルギーや光エネルギーを利用して無機物から有機物を合成する生物を独立栄養生物といい，初期の生物がどちらであったかは特定されていない。

（3）　②

解説：
シアノバクテリアによる水を用いた光合成によって，地球の酸素濃度が上昇した。

（4）　③

解説：
地球の酸素濃度が上昇することで，酸素を利用して有機物を分解する好気性細菌が出現した。

問 2

(1)　①

解説：
約 20 億年前に，細胞内共生により真核生物が出現したと考えられている。

(2)　④

解説：
ミトコンドリアと葉緑体は内部に独自の DNA をもち，分裂によって増殖することから，ミトコンドリアは好気性細菌が，葉緑体はシアノバクテリアが共生して獲得されたと考えられている。

(3)　③

解説：
バージェス動物群（カナダ），チェンジャン動物群（中国）はカンブリア紀の代表的な化石群で，ストロマトライトはシアノバクテリアの堆積物である。

(4)　①

解説：
地球誕生から 5.4 億年前までを先カンブリア時代という。その後，外骨格をもつ多細胞生物が出現し，多くの化石が残るようになる古生代に入った。